

BEST AVAILABLE COPY

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 10-154685

(43)Date of publication of application : 09.06.1998

(51)Int.Cl.

H01L 21/304
B08B 3/08

(21)Application number : 08-327908

(71)Applicant : DAINIPPON SCREEN MFG CO LTD

(22)Date of filing : 22.11.1996

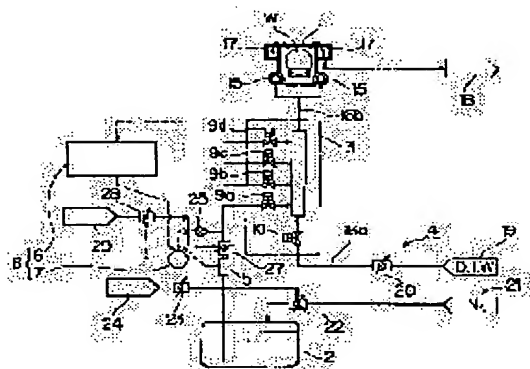
(72)Inventor : NAKAGAWA YOSHIYUKI

(54) SUBSTRATE PROCESSING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To quickly equalize the concentration of processing liquid to a target value by a method wherein the control input of a chemical liquid control means is determined directly proportional to the deviation of a detected value, and the control input of the chemical liquid control means is determined directly proportional to the integral of deviations so as to control chemical liquid in flow rate.

SOLUTION: A flow-rate sensor 5 detects the flow rate of chemical liquid which is forcibly fed to a chemical liquid inlet valve 9a of a chemical liquid mixing section 3 from a chemical liquid tank 2. A flow-rate feedback controller 6 receives detection signals outputted from the flow rate sensor 5 and outputs pressure correction signals for controlling a pressure feedback controller 7. The flow rate feedback controller 6 and the pressure feedback controller 7 determine the control inputs of control objects based on a deviation obtained by subtracting a target value from an observed value. A voltage applied to an electropneumatic regulator 28 is determined directly proportional to the deviation of the detected value of the flow rate sensor 5, and a voltage applied to the electropneumatic regulator 28 is determined directly proportional to the integral of deviations. By this setup, the concentration of processing liquid can be quickly equalized to a target value.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

20.04.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

3445456

[Date of registration]

27.06.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's]

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-154685

(43)公開日 平成10年(1998)6月9日

(51)Int.Cl.⁸

H 0 1 L 21/304
B 0 8 B 3/08

識別記号

3 4 1

F I

H 0 1 L 21/304
B 0 8 B 3/08

3 4 1 S
Z

審査請求 未請求 請求項の数2 F D (全 9 頁)

(21)出願番号 特願平8-327908

(22)出願日 平成8年(1996)11月22日

(71)出願人 000207551

大日本スクリーン製造株式会社
京都府京都市上京区堀川通寺之内上る4丁目天神北町1番地の1

(72)発明者 中川 良幸

京都市伏見区羽東師古川町322番地 大日本スクリーン製造株式会社洛西事業所内

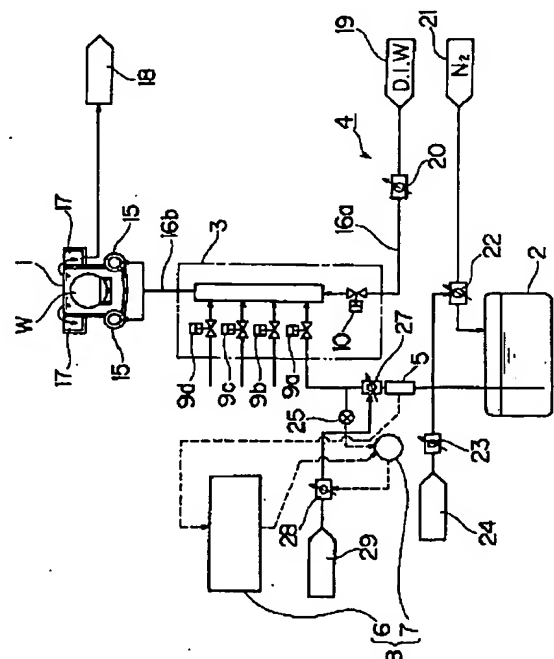
(74)代理人 弁理士 大坪 隆司

(54)【発明の名称】 基板処理装置

(57)【要約】

【課題】 処理液の濃度を速やかに目標濃度に一致させることにより、基板を精度よく処理することのできる基板処理装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 基板処理装置は、処理槽1と、薬液を加圧した状態で貯留する薬液タンク2と、複数の薬液導入弁9a、9b、9c、9dおよび純水供給弁10を有する薬液混合部3と、薬液混合部3に純水を供給するための純水供給部4と、薬液タンク2と薬液混合部3との間に配設された流量センサ5と、薬液タンク2から薬液導入弁9aに供給される薬液の圧力を制御するための耐食レギュレータ27および電空レギュレータ28と、電空レギュレータ28を制御するための流量フィードバックコントローラ6および圧力フィードバックコントローラ7から成る制御部8とを備える。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 純水中に薬液を混合することにより生成した処理液により基板を処理する基板処理部と、前記基板処理部と純水の供給源とを接続する供給路と、前記供給路中に配設され、前記供給路を通過する純水中に薬液を混合するための薬液導入弁と、前記薬液を貯留する耐圧密閉構造の薬液タンクと、前記薬液タンク内に不活性ガスを供給して前記薬液タンク内の薬液を加圧することにより、薬液を前記薬液タンクから前記薬液導入弁に圧送する不活性ガス供給手段と、前記薬液タンクから前記薬液導入弁に圧送される薬液の流量を制御する薬液制御手段と、前記薬液導入弁と前記薬液タンクとの間に配設され、そこを通過する薬液の流量を検出する流量検出手段と、前記流量検出手段の検出値に基づいて前記薬液制御手段を制御する制御部とを備え、前記制御部は、その制御則として、前記流量検出手段による検出値の偏差に比例して前記薬液制御手段の操作量を決定する比例動作と、前記流量検出手段による検出値の偏差の積分に比例して前記薬液制御手段の操作量を決定する積分動作とを含むことを特徴とする基板処理装置。

【請求項2】 純水中に薬液を混合することにより生成した処理液により基板を処理する基板処理部と、前記基板処理部と純水の供給源とを接続する供給路と、前記供給路中に配設され、前記供給路を通過する純水中に薬液を混合するための薬液導入弁と、前記薬液を貯留する耐圧密閉構造の薬液タンクと、前記薬液タンク内に不活性ガスを供給して前記薬液タンク内の薬液を加圧することにより、薬液を前記薬液タンクから前記薬液導入弁に圧送する不活性ガス供給手段と、前記薬液タンクから前記薬液導入弁に圧送される薬液の流量を制御する薬液制御手段と、前記薬液導入弁と前記薬液タンクとの間に配設され、そこを通過する薬液の流量を検出する流量検出手段と、前記流量検出手段の検出値に基づいて前記薬液制御手段を制御する制御部とを備え、前記制御部は、その制御則として、前記流量検出手段による検出値の偏差に比例して前記薬液制御手段の操作量を決定する比例動作と、前記流量検出手段による検出値の偏差の積分に比例して前記薬液制御手段の操作量を決定する積分動作と、前記流量検出手段による検出値の偏差の二重積分に比例して前記薬液制御手段の操作量を決定する二重積分動作とを含むことを特徴とする基板処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、半導体ウエハや

液晶表示パネル用ガラス基板あるいは半導体製造装置用マスク基板等の基板に処理液を供給することにより、当該基板に対して洗浄等の処理を施す基板処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】このような基板処理装置の一種として、純水中に薬液を混合させることにより生成した処理液を処理槽に供給し、この処理液中に基板を浸漬することにより当該基板を処理するものが知られている。例えば、特開平7-22369号公報に記載された基板処理装置は、純水の供給源から処理槽に純水を供給するための純水供給路と、耐圧密閉構造を有し薬液を貯留する薬液タンクと、この薬液タンク内に圧力を制御された窒素ガスを供給する窒素ガス供給手段と、薬液タンクから純水供給路に向けて薬液を導くための薬液の供給経路と、純水供給路中の純水に薬液を混合させるための薬液導入弁とを備える。そして、薬液タンク内に窒素ガスを供給することにより薬液タンク内の薬液を加圧した後、薬液導入弁を開放することにより、純水中に薬液を圧送し、これにより純水と薬液とを混合している。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】このような基板処理装置においては、薬液導入弁の流量特性が変化することにより、純水中に混合される薬液の量が増減し、その結果処理液の濃度が変化してしまうという問題がある。すなわち、薬液の圧力や熱膨張の影響を受けて薬液導入弁が変形した場合等においては、薬液の供給経路において薬液が受ける圧力損失が増減し、窒素ガスにより加圧された薬液の圧力が一定値となるように制御した場合においても、純水中への薬液の供給量は正確には一定とはならない。このため、処理槽に供給される処理液の濃度が不均一となる。

【0004】このため、処理槽に供給される処理液の濃度等を検出し、この検出値の偏差に比例して薬液タンクに供給する窒素ガスの圧力を増減させることにより、処理槽に供給される処理液の濃度が目標値となるように制御することが考えられる。

【0005】しかしながら、このような制御を行った場合においては、処理液濃度の目標値に対するオーバーシュートが生じ、ハンチング現象により処理液の濃度が安定するまでに長時間を要するという問題が生ずる。

【0006】処理液の濃度が不均一となった場合においては、その処理液により処理された基板の品質が低下し、当該基板により製造される製品の歩留まりを低下させるという問題が生ずる。

【0007】この発明は上記課題を解決するためになされたものであり、処理液の濃度を速やかに目標濃度に一致させることにより、基板を精度よく処理することのできる基板処理装置を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】請求項 1 に記載の発明は、純水中に薬液を混合することにより生成した処理液により基板を処理する基板処理部と、前記基板処理部と純水の供給源とを接続する供給路と、前記供給路中に配設され、前記供給路を通過する純水中に薬液を混合するための薬液導入弁と、前記薬液を貯留する耐圧密閉構造の薬液タンクと、前記薬液タンク内に不活性ガスを供給して前記薬液タンク内の薬液を加圧することにより、薬液を前記薬液タンクから前記薬液導入弁に圧送する不活性ガス供給手段と、前記薬液タンクから前記薬液導入弁に圧送される薬液の流量を制御する薬液制御手段と、前記薬液導入弁と前記薬液タンクとの間に配設され、そこを通過する薬液の流量を検出する流量検出手段と、前記流量検出手段の検出値に基づいて前記薬液制御手段を制御する制御部とを備え、前記制御部は、その制御則として、前記流量検出手段による検出値の偏差に比例して前記薬液制御手段の操作量を決定する比例動作と、前記流量検出手段による検出値の偏差の積分に比例して前記薬液制御手段の操作量を決定する積分動作とを含むことを特徴とする。

【0009】請求項 2 に記載の発明は、純水中に薬液を混合することにより生成した処理液により基板を処理する基板処理部と、前記基板処理部と純水の供給源とを接続する供給路と、前記供給路中に配設され、前記供給路を通過する純水中に薬液を混合するための薬液導入弁と、前記薬液を貯留する耐圧密閉構造の薬液タンクと、前記薬液タンク内に不活性ガスを供給して前記薬液タンク内の薬液を加圧することにより、薬液を前記薬液タンクから前記薬液導入弁に圧送する不活性ガス供給手段と、前記薬液タンクから前記薬液導入弁に圧送される薬液の流量を制御する薬液制御手段と、前記薬液導入弁と前記薬液タンクとの間に配設され、そこを通過する薬液の流量を検出する流量検出手段と、前記流量検出手段の検出値に基づいて前記薬液制御手段を制御する制御部とを備え、前記制御部は、その制御則として、前記流量検出手段による検出値の偏差に比例して前記薬液制御手段の操作量を決定する比例動作と、前記流量検出手段による検出値の偏差の積分に比例して前記薬液制御手段の操作量を決定する積分動作と、前記流量検出手段による検出値の偏差の二重積分に比例して前記薬液制御手段の操作量を決定する二重積分動作とを含むことを特徴とする。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、この発明の実施の形態を図面に基いて説明する。図 1 は、この発明に係る基板処理装置の概要図である。

【0011】この基板処理装置は、基板 W を処理するための基板処理部としての処理槽 1 と、薬液を貯留する薬液タンク 2 と、複数の薬液導入弁 9 a、9 b、9 c、9 d および純水供給弁 10 を有する薬液混合部 3 と、薬液

混合部 3 に純水を供給するための純水供給部 4 と、薬液タンク 2 と薬液混合部 3 との間に配設された流量センサ 5 と、流量フィードバックコントローラ 6 および圧力フィードバックコントローラ 7 とから成る制御部 8 とを備える。

【0012】処理槽 1 は、例えばその材質が石英により構成され、そこに貯留した処理液中に基板 W を浸漬して処理するものである。この処理槽 1 の底部には処理槽 1 内に処理液を噴出するための多数の噴出孔を穿設した一対の噴出ノズル 15 が配設されており、この一対の噴出ノズル 15 は供給路 16 b と接続されている。また、処理槽 1 の周囲には処理槽 1 の上端からオーバフローする処理液を回収するための回収部 17 が配設されており、この回収部 17 はドレイン 18 と接続されている。

【0013】薬液タンク 2 は耐圧密閉構造を有し、窒素ガス供給源 21 と耐食レギュレータ 22 を介して接続されている。また、この耐食レギュレータ 22 のパイロットポートはレギュレータ 23 を介して圧縮空気供給源 24 と接続されている。

【0014】上記耐食レギュレータ 22 は、そのパイロットポートに供給される空気の圧力に対応させてそこを通過する窒素ガスの圧力を制御するものである。また、上記レギュレータ 23 は、そこを通過する圧縮空気の圧力を一定圧力に制御するものである。これらの耐食レギュレータ 22 およびレギュレータ 23 の作用により、薬液タンク 2 に供給される窒素ガスの圧力を一定圧力に制御することが可能となる。

【0015】薬液タンク 2 と薬液混合部 3 との間には耐食レギュレータ 27 が配設されている。また、この耐食レギュレータ 27 のパイロットポートは電空レギュレータ 28 を介して圧縮空気供給源 29 と接続されている。

【0016】上記耐食レギュレータ 27 は、そのパイロットポートに供給される空気の圧力に対応させてそこを通過する薬液の圧力を制御するものである。また、上記電空レギュレータ 28 は、圧力フィードバックコントローラ 7 から印加される電圧に対応させてそこを通過する圧縮空気の圧力を制御するものである。これらの耐食レギュレータ 27 および電空レギュレータ 28 の作用により、薬液タンク 2 から薬液混合部 3 に供給される薬液の流量を制御することが可能となる。

【0017】なお、上記のようにレギュレータを 2 段階に配置した構成をとるかわりに、窒素ガス供給源 21 と薬液タンク 2 との間や薬液タンク 2 と薬液混合部 3 との間に単一のレギュレータを配設して窒素ガスまたは薬液の圧力を当該レギュレータにより制御することも可能である。但し、フッ酸等のその蒸気が腐食性を有する薬液を使用する場合においては、上記のような構成をとることが好ましい。

【0018】純水供給部 4 は、薬液混合部 3 の純水供給弁 10 と純水供給源 19 とを接続する供給路 16 a と、

供給路16a中に配設された純水レギュレータ20とを備える。純水供給源19より供給された純水は、純水レギュレータ20により一定の流量に調整され、供給路16aを介して薬液混合部3の純水供給弁10に供給される。

【0019】流量センサ5は、薬液タンク2から薬液混合部3の薬液導入弁9aに圧送される薬液の流量を検出するためのものである。この流量センサ5としては、例えば、薬液中を超音波が伝播する時間から薬液の流量を検出するものや、テーパ管内に浮遊するフロートの位置から薬液の流量を検出するものを使用することができる。

【0020】薬液混合部3は、図2に示すように、本体44の内部に直線状の流体通路45を有する。そして、この流体通路45は、純水供給源19から薬液混合部3に至る供給路16aと、薬液混合部3から処理槽1に至る供給路16bとに接続されている。供給路16aから供給される純水は、純水供給ポート47を通して流体通路45内に進入する。また、純水供給ポート47の下流側には、排液管49に接続する排液ポート48が配設されている。これらの純水供給ポート47および排液ポート48は、各々純水供給弁10および排液弁50により開閉制御される。なお、図1においては、排液管49および排液弁50は、図示を省略している。

【0021】流体通路45の内壁には、4個の薬液導入弁9a、9b、9c、9dの二次側流路が開閉している。また、本体44の側面には薬液導入口46a、46b、46c、46d（図3においては46dのみ図示している）が形成されている。これらの薬液導入口46a、46b、46c、46dのうち、薬液導入口46aは、前述した薬液タンク2と接続されており、薬液タンク2内の薬液は薬液導入口46aを介して流体通路45中の純水に混合される。また、他の薬液導入口46b、46c、46dは、各々、図示を省略した他の薬液タンク等より成る薬液供給部と接続されており、薬液タンク2内の薬液とは異なる薬液の供給を受け、その薬液を流体通路45中の純水に混合する。

【0022】なお、この実施の形態においては、薬液導入口46aと接続する薬液タンク2にはフッ化水素が貯留されている。また、各薬液導入口46b、46c、46dと接続する薬液タンクには、各々、アンモニア、塩酸、過酸化水素が貯留されている。そして、基板Wに対しフッ酸によるエッチングを行う場合においては、純水供給弁10とを開放して薬液混合部3の流体通路45内に純水を供給すると共に、薬液導入弁9aを開放して窒素ガスにより加圧され圧送された薬液タンク2内のフッ化水素を流体通路45内に導入する。同様に、基板Wに対し通常SC1と呼称される洗浄処理を行う場合においては、純水供給弁10とを開放して流体通路45内に純水を供給すると共に、薬液導入弁9bおよび9dを開放

してアンモニアと過酸化水素を流体通路45内に導入する。さらに、基板Wに対し通常SC2と呼称される洗浄処理を行う場合においては、純水供給弁10とを開放して流体通路45内に温純水を供給すると共に、薬液導入弁9cおよび9dを開放して塩酸と過酸化水素を流体通路45内に導入する。

【0023】制御部8は、流量フィードバックコントローラ6と圧力フィードバックコントローラ7とから構成される。

【0024】流量フィードバックコントローラ6は、流量センサ5の検出信号を受け、圧力フィードバックコントローラ7を制御する制御信号としての圧力補正信号を出力するためのものである。また、圧力フィードバックコントローラ7は、薬液タンク2から薬液混合部3に供給される薬液の圧力を検出する圧力トランスデューサ25からの検出信号と流量フィードバックコントローラ6からの圧力補正信号とを受け、純水中に混合される薬液の量を制御するためのものである。すなわち、圧力フィードバックコントローラ7は、電空レギュレータ28に印加する電圧を制御することにより、電空レギュレータ28および耐食レギュレータ27を介して薬液タンク2から薬液混合部3に供給される薬液の流量を制御し、これにより薬液混合部3において純水中に混合される薬液の量を制御する。

【0025】これらの流量フィードバックコントローラ6および圧力フィードバックコントローラ7は、目標値から観測量（検出値）を減算した偏差に基づいて制御対象の操作量を決定するための制御方式として、PID制御を採用する。このPID制御とは、比例動作（P動作）、積分動作（I動作）、微分動作（D動作）を含む制御則であり、3項制御とも呼称される。このPID制御は、制御対象の制御量（すなわち制御後の観測量）を速やかに目標値に近づけることができるという特徴を有する。

【0026】すなわち、偏差が小さければ操作量も小さく偏差が大きくなればそれに応じて操作量も大きくするのが妥当であることから、制御則には偏差に比例する項を含める。これを比例動作（P動作）という。また、自己平衡性をもつ制御対象に比例制御のみを行うと、目標値や外乱のステップ状変化に対して最終的に、定常偏差（オフセット）と呼称される一定の偏差が残ってしまう。この定常偏差は、偏差の積分に比例する項を制御則に含めることで除去することができる。これを積分動作（I動作）という。さらに、本実施の形態では偏差の微分に比例する項も制御則に含める。これを微分動作（D動作）という（株式会社朝倉書店発行／PID制御第3頁参照）。これは一種の予見動作であり、この動作を含めることによって、偏差の増減の動向を操作量の決定に反映して制御特性の改善を図ることができる。

【0027】従って、このPID制御を利用し、流量セ

ンサ5による検出値の偏差に比例して電空レギュレータ28に印加する電圧を決定する比例動作と、流量センサ5による検出値の偏差の積分に比例して電空レギュレータ28に印加する電圧を決定する積分動作と、さらに流量センサ5による検出値の偏差の微分に比例して電空レギュレータ28に印加する電圧を決定する微分動作とを含む制御則により処理液の濃度を制御することで、薬液導入弁9aの流量特性が変化した場合等においても、処理液の濃度を速やかに目標濃度に一致させることが可能となる。

【0028】以下、流量フィードバックコントローラ6および圧力フィードバックコントローラ7からなる制御部8により、処理液の濃度を制御する動作について説明する。図3は、上述した流量フィードバックコントローラ6および圧力フィードバックコントローラ7の機能を模式的に示すブロック図である。

【0029】この図に示すように、流量フィードバックコントローラ6は、流量/圧力変換部32とPIDコントローラ33とを備える。

【0030】予め設定された濃度設定値Q1から流量センサ5による実際の処理液の濃度のフィードバック値Q2を減算することにより得られた流量制御偏差Qhfeは、流量/圧力変換部32に入力され、流量/圧力変換部32において圧力補正值Pcに変換される。この圧力補正值Pcは、PIDコントローラ33に入力される。

【0031】PIDコントローラ33においては、比例動作(P動作)、積分動作(I動作)、微分動作(D動作)を行うことにより、この圧力補正值Pcに基づいて圧力補正信号を作成する。

【0032】すなわち、比例動作(P動作)においては、圧力補正值Pcに比例ゲインKpcを乗算し、この乗算結果を作業用変数wk0として記憶する。また、積分動作(I動作)においては、圧力補正值Pcにサンプリング時間Tsを乗算したものを圧力補正值の積分値Pc i tに加算して新たな圧力補正值の積分値Pc i tとし、この圧力補正值の積分値Pc i tに積分ゲインKi cを乗算したものを先の作業用変数wk0に加算して新たな作業用変数wk0とする。さらに、微分動作(D動作)においては、圧力補正值Pcと1サンプリング前の圧力補正值Pc oとの差をサンプリング時間Tsで除算したものに微分ゲインKdcを乗算し、これを先の作業用変数wk0に加算して新たな作業用変数wk0とする。また、圧力補正值Pcを圧力補正值Pc oに変更する。ここで作成された作業用変数wk0は、圧力補正信号として使用される。

【0033】圧力フィードバックコントローラ7は、流量フィードバックコントローラ6により作成された圧力補正信号としての作業用変数wk0を利用して電空レギュレータ28を制御する制御電圧を作成するためのものであり、PIDコントローラ34とフィードフォワード

制御部35とを備える。

【0034】予め設定された圧力設定値P1に、圧力補正信号としての作業用変数wk0を加算して補正済圧力設定値P4を得る。さらにP4から圧力トランスデューサ25で検出した薬液タンク2から薬液混合部3に供給される薬液の圧力値P2を減算することにより圧力制御偏差Peを得る。そして、この圧力制御偏差PeはPIDコントローラ34に入力される。

【0035】PIDコントローラ34においては、比例動作(P動作)、積分動作(I動作)、微分動作(D動作)を行うことにより、圧力制御偏差Peに基づいて電空レギュレータ28を制御する制御電圧の作成に利用される作業用変数wk1を作成する。

【0036】すなわち、比例動作(P動作)においては、圧力制御偏差Peに比例ゲインKpを乗算し、この乗算結果を作業用変数wk1として記憶する。また、積分動作(I動作)においては、圧力制御偏差Peにサンプリング時間Tsを乗算したものを圧力制御偏差の積分値P i tに加算して新たな圧力制御偏差の積分値P i tとし、この圧力制御偏差の積分値P i tに積分ゲインKi iを乗算したものを先の作業用変数wk1に加算して新たな作業用変数wk1とする。さらに、微分動作(D動作)においては、圧力制御偏差Peと1サンプリング前の圧力制御偏差Pe oとの差をサンプリング時間Tsで除算したものに微分ゲインKdを乗算し、これを先の作業用変数wk1に加算して新たな作業用変数wk1とする。また、圧力制御偏差Pcを圧力制御偏差Pc oに変更する。

【0037】一方、フィードフォワード制御部35においては、補正済圧力設定値P4を電空レギュレータ28を制御する制御電圧の作成に利用される出力値P3に変換する。そして、PIDコントローラ34において作成された作業用変数wk1と出力値P3とを加算することにより、電空レギュレータ28を制御する制御電圧が作成される。

【0038】なお、図3におけるSW1はPIDコントローラ33を動作させるか否かを選択するスイッチであり、SW2はPIDコントローラ34を動作させるか否かを選択するスイッチである。スイッチSW1は、薬液が流れていないにもかかわらず流量センサ5による流量のフィードバック値Q2に基づいてPIDコントローラ33が制御動作を行うことを防止するため、基板Wの処理を開始して薬液が流れているときのみ閉じられる。また、スイッチSW2は、薬液供給開始時に、薬液タンク2から薬液混合部3に供給される薬液の圧力を設定圧力値P1付近まで上昇させた後に閉じられる。このことにより、薬液供給開始時に発生し易い圧力のオーバシュートを防止し、設定圧力値への到達を速めることができる。

【0039】上述した基板処理装置により基板Wを処理

する場合においては、圧力設定値P1に対応する出力値P3を電空レギュレータ28に印加することにより、耐食レギュレータ27を介して薬液タンク2から薬液混合部3に供給される薬液の圧力を制御する。そして、薬液混合部3の純水供給弁10を開放すると共に薬液導入弁9aを開放することにより純水中に薬液を混合し、これにより生成された処理液を供給路16bを介して処理槽1中に供給する。

【0040】続いて、流量フィードバックコントローラ6と圧力フィードバックコントローラ7とから構成された制御部8により、流量センサ5で検出した薬液の流量に基づいて電空レギュレータ28を制御して処理槽1に供給される処理液の濃度を目標濃度に一致させる。このとき、流量センサ5による検出値の偏差に比例して電空レギュレータ28に印加する電圧を決定する比例動作と、流量センサ5による検出値の偏差の積分に比例して電空レギュレータ28に印加する電圧を決定する積分動作と、流量センサ5による検出値の偏差の微分に比例して電空レギュレータ28に印加する電圧を決定する微分動作とを含む制御則により処理液の濃度を制御していることから、処理液の濃度を速やかに目標濃度に一致させることが可能となる。

【0041】そして、図示しない基板搬送装置により、複数の基板Wを処理槽1に貯留された処理液中に浸漬して基板Wの処理を行う。

【0042】次に、この発明の第2の実施形態について説明する。図4は、第2実施形態に係る流量フィードバックコントローラ26および圧力フィードバックコントローラ7の機能を模式的に示すブロック図である。なお、図3に示す実施形態と同一の部材については、同一の符号を付して詳細な説明を省略する。

【0043】この第2実施形態に係る基板処理装置は、図1および図3に示すPIDコントローラ33を有する流量フィードバックコントローラ6にかえてPII²Dコントローラ53を有する流量フィードバックコントローラ26を採用した点のみが図1～3に示す第1実施形態と異なる。

【0044】すなわち、第1実施形態に係るPIDコントローラ33においては、比例動作(P動作)、積分動作(I動作)、微分動作(D動作)を含むPID制御を利用しているが、このPII²Dコントローラ53においては、さらに二重積分動作(I²動作)を追加している。より具体的には、流量センサ5による検出値の偏差に比例して電空レギュレータ28に印加する電圧を決定する比例動作と、流量センサ5による検出値の偏差の積分に比例して電空レギュレータ28に印加する電圧を決定する積分動作と、流量センサ5による検出値の偏差の二重積分に比例して電空レギュレータ28に印加する電圧を決定する二重積分動作と、流量センサ5による検出値の偏差の微分に比例して電空レギュレータ28に印加

する電圧を決定する微分動作とを含む制御則により処理液の濃度を制御するものである。

【0045】PII²Dコントローラ53においては、図3に示すPIDコントローラ33と同様、圧力補正值Pcに基づいて圧力補正信号を作成する。

【0046】すなわち、比例動作(P動作)においては、圧力補正值Pcに比例ゲインKpcを乗算し、この乗算結果を作業用変数wk0として記憶する。また、積分動作(I動作)においては、圧力補正值Pcにサンプリング時間Tsを乗算したものを圧力補正值の積分値Pc i tに加算して新たな圧力補正值の積分値Pc i tとし、この圧力補正值の積分値Pc i tに積分ゲインKicを乗算したものを先の作業用変数wk0に加算して新たな作業用変数wk0とする。また、二重積分動作(I²動作)においては、圧力補正值の積分値Pc i tにサンプリング時間Tsを乗算したものを圧力補正值の二重積分値Pc i t tに加算して新たな圧力補正值の二重積分値Pc i t tとし、この圧力補正值の二重積分値Pc i t tに二重積分ゲインKii cを乗算したものを先の作業用変数wk0に加算して新たな作業用変数wk0とする。さらに、微分動作(D動作)においては、圧力補正值Pcと1サンプリング前の圧力補正值Pc oとの差をサンプリング時間Tsで除算したものに微分ゲインKdcを乗算し、これを先の作業用変数wk0に加算して新たな作業用変数wk0とする。また、圧力補正值Pcを圧力補正值Pc oに変更する。ここで作成された作業用変数wk0は、圧力補正信号として使用される。

【0047】このPII²Dコントローラ53を有する流量フィードバックコントローラ26を使用した場合においては、処理槽1に処理液の供給を開始した直後の過渡的状態に発生する偏差を、偏差の二重積分に比例する項を制御則に含めることで除去することができる。従って、このPII²Dコントローラ53を有する流量フィードバックコントローラ26を使用した場合においては、PIDコントローラ33を有する流量フィードバックコントローラ6を使用した場合の効果に加え、処理槽1に処理液の供給を開始した直後の過渡的状態も含めて、処理液供給時間全域に亘る処理液濃度の平均値を目標濃度と一致させることができる。

【0048】上述した実施の形態においては、純水供給部19から薬液混合部3に供給する純水を供給路16a中に配設した純水レギュレータ20によって一定の圧力に制御する場合について説明したが、この純水の圧力をフィードバック制御によって一定値に維持するようにしてもよい。

【0049】また、上述した実施の形態においては、制御部8を構成する流量フィードバックコントローラ6、26と圧力フィードバックコントローラ7とを個別に設け、これらをカスケード接続する場合について説明したが、これらを一体化した複数入力構成の制御部を使用

してもよい。また、流量フィードバックコントローラ 6、26 や圧力フィードバックコントローラ 7 にかえて、同様の機能を実現するファジィ制御やニューラルネットワーク等を利用してもよい。なお、上述した実施の形態においては、圧力フィードバックコントローラ 7 も P I D 制御を利用しているが、圧力フィードバックコントローラ 7 については他の制御方式を採用してもよい。

【0050】また、上述した実施の形態においては、一つの薬液タンク 2 から単一の処理槽 1 に薬液を供給する場合について説明したが、一つの薬液タンク 2 から複数の処理槽に処理液を供給するようにしてもよい。この場合においては、薬液タンク 2、耐食レギュレータ 22 およびレギュレータ 23 等を複数の処理槽で共有することができることから、基板処理装置を小型化し、また、装置自体のコストを低減することが可能となる。

【0051】さらに、上述した実施の形態においては、基板 W として略円形の半導体ウエハを使用し、この基板 W を処理槽 1 に貯留された処理液中に浸漬してその処理を行う基板処理装置にこの発明を適用した場合について説明したが、処理液を基板 W に塗布または噴出して処理する方式の基板処理装置にこの発明を適用してもよく、また、液晶表示パネル用ガラス基板あるいは半導体製造装置用マスク基板等の基板を処理する基板処理装置にこの発明を適用してもよい。

【0052】

【発明の効果】請求項 1 に記載の発明によれば、流量検出手段による検出値の偏差に比例して薬液制御手段の操作量を決定する比例動作と、流量検出手段による検出値の偏差の積分に比例して薬液制御手段の操作量を決定する積分動作とを含む制御則により薬液導入弁に供給される薬液の流量を制御することから、薬液導入弁の流量特性が変化した場合等においても、処理液の濃度を速やかに目標濃度に一致させることが可能となり、基板を精度よく処理することができる。

【0053】請求項 2 に記載の発明によれば、流量検出手段による検出値の偏差に比例して薬液制御手段の操作量を決定する比例動作と、流量検出手段による検出値の偏差の積分に比例して薬液制御手段の操作量を決定する積分動作と、流量検出手段による検出値の偏差の二重積分に比例して薬液制御手段の操作量を決定する二重積分動作とを含む制御則により薬液導入弁に供給される薬液の流量を制御することから、薬液導入弁の流量特性が変

化した場合等においても、処理液の濃度を速やかに目標濃度に一致させることが可能となり、さらには、基板処理部に処理液の供給を開始した直後の過渡的状态をも含めて、処理液供給時間全域に亘る処理液濃度の平均値を目標濃度と一致させることができる。このため、基板をより精度よく処理することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】この発明に係る基板処理装置の概要図である。

【図 2】薬液混合部 3 の断面図である。

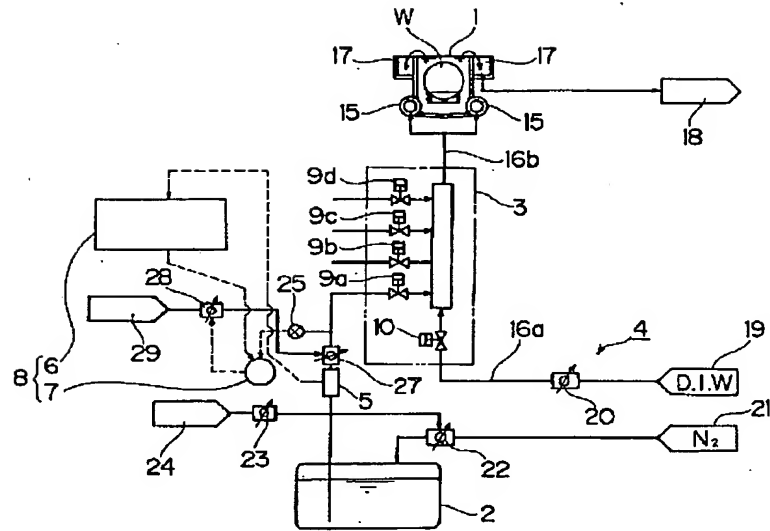
【図 3】第 1 実施形態に係る制御部 8 の機能を模式的に示すブロック図である。

【図 4】第 2 実施形態に係る制御部 8 の機能を模式的に示すブロック図である。

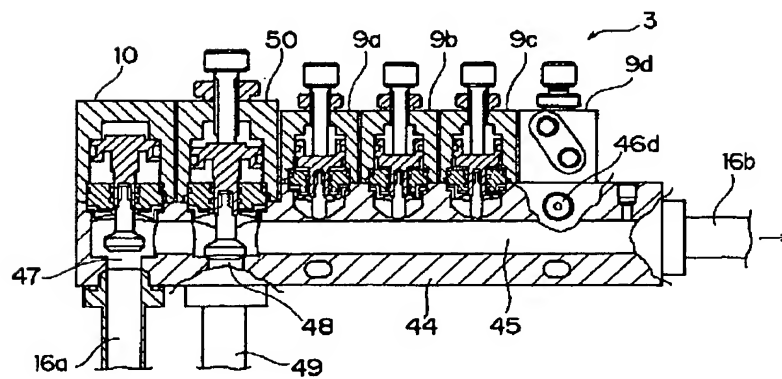
【符号の説明】

1	処理槽
2	薬液タンク
3	薬液混合部
4	純水供給部
5	流量センサ
6	流量フィードバックコントローラ
7	圧力フィードバックコントローラ
8	制御部
9 a	薬液導入弁
10	純水導入弁
16 a	供給路
16 b	供給路
19	純水供給源
20	純水レギュレータ
21	窒素ガス供給源
22	耐食レギュレータ
23	レギュレータ
24	圧縮空気供給源
25	圧力トランスデューサ
26	流量フィードバックコントローラ
27	耐食レギュレータ
28	電空レギュレータ
29	圧縮空気供給源
33	P I D コントローラ
34	P I D コントローラ
53	P I I ² D コントローラ
W	基板

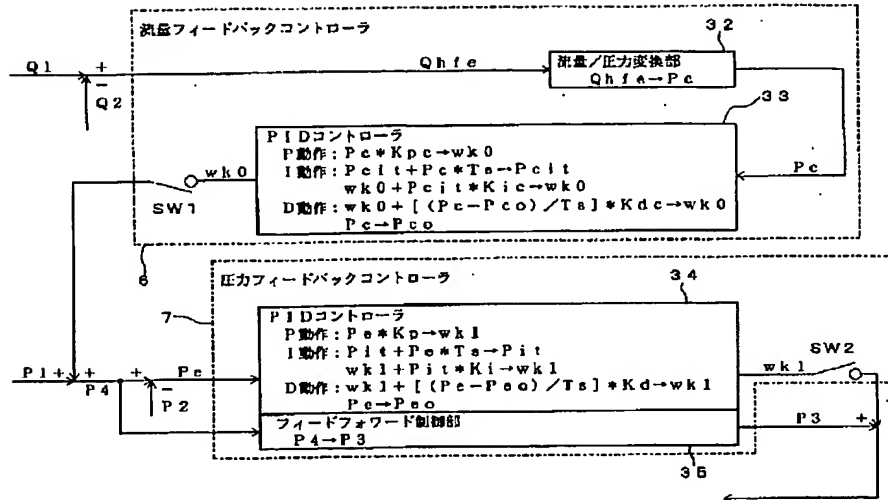
【図 1】



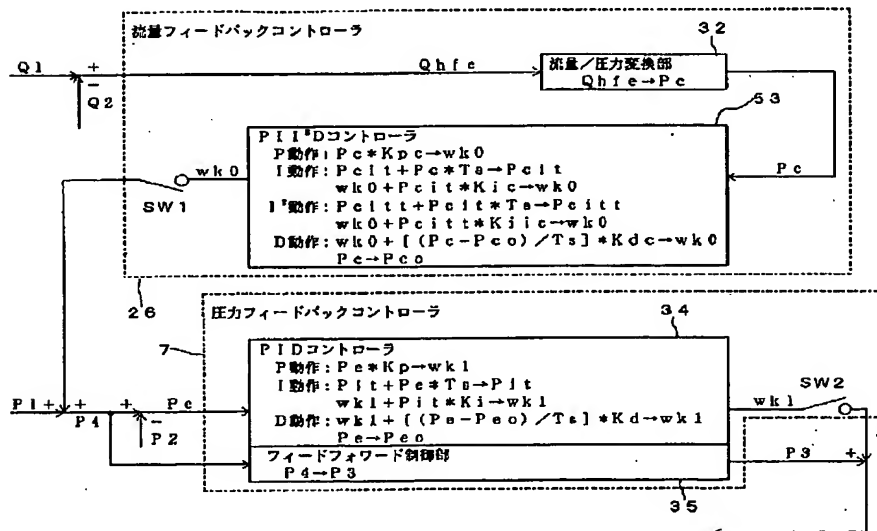
【図 2】



【図3】



【図4】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☒ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.